

## "Intraoperative quantitative accuracy assessment of pedicle screw insertion in spine surgery using a new 3D fluoroscopic imaging robotic system"

Cartiaux, Olivier ; Boutchichi, Ali ; Boulanger, Jean-Christophe ; Banse, Xavier

### Abstract

**Aim :** To develop a new intraoperative quantitative measurement method of pedicle screw insertion accuracy using 3D fluoroscopic images. **Materials and methods :** The study was conducted using a synthetic model of a lumbar spine. The testbed consisted of a clamping device with five template supports, produced by additive manufacturing, to rigidly fix the lumbar spine. The test bed was scanned using a CT-scanner and a virtual 3D CT model of the test bed was reconstructed for the planning of the pedicle screw insertion. One operator freehandly performed the insertion of the pedicle screws. Fluoroscopic images of the test bed with the inserted screws have been acquired using the new Siemens Artis Zeego II intraoperative imaging robotic system. The errors in the desired pedicle screw insertion computed numerically with the intraoperative fluoroscopic images were compared to reference mechanical measurements using a Microscribe coordinate measuring machine. **Results :** Visual inspection of the...

Document type : *Communication à un colloque (Conference Paper)*

## Référence bibliographique

Cartiaux, Olivier ; Boutchichi, Ali ; Boulanger, Jean-Christophe ; Banse, Xavier. *Intraoperative quantitative accuracy assessment of pedicle screw insertion in spine surgery using a new 3D fluoroscopic imaging robotic system*. 44e Réunion annuelle de la Société de la scoliose du Québec (Château Frontenac, Québec, Canada, du 16/10/2014 au 18/10/2014).

44<sup>e</sup> Réunion annuelle de la Société de la scoliose du Québec – Les 16, 17 et 18 octobre 2014  
Château Frontenac, Québec  
Sous la présidence de monsieur Martin Simoneau

#### INSTRUCTIONS POUR L'ENVOI DES RÉSUMÉS

Le résumé de votre communication doit être envoyé en version française ET anglaise.

Vous pouvez utiliser le modèle Word ci-dessous pour compléter votre résumé en vous assurant de fournir toutes les informations demandées. Nous vous remercions de respecter le nombre maximal de 550 mots par version, soit 1100 mots au total, incluant le titre de votre présentation et le nom des auteurs, sans leur affiliation.

Le résumé doit être envoyé par courrier électronique à l'adresse suivante :

[joelle.fortier.hsj@ssss.gouv.qc.ca](mailto:joelle.fortier.hsj@ssss.gouv.qc.ca)

Les propositions seront évaluées par les membres du Comité scientifique et la décision concernant votre proposition vous sera communiquée à la mi-septembre 2014.

Date limite de réception des résumés : **31 août 2014**

**Nom** : Cartiaux

**Prénom** : Olivier

**Institution** : University of Louvain, Laboratory for Computer Assisted and Robotic Surgery, Belgium

**Courriel** : [olivier.cartiaux@uclouvain.be](mailto:olivier.cartiaux@uclouvain.be)

#### VERSION FRANÇAISE

**Titre** : Mesure quantitative intraopératoire de la précision des insertions de vis pédiculaires en chirurgie du rachis utilisant un nouveau système robotisé d'imagerie fluoroscopique 3D.

**Auteurs** : Olivier Cartiaux, Ali Boutchichi, Jean-Christophe Boulanger, Xavier Banse

**But** : Développer une nouvelle méthode de mesure quantitative intraopératoire de la précision des insertions de vis pédiculaires à partir d'images fluoroscopiques 3D.

**Matériel et méthode** : L'étude a été menée sur un modèle synthétique de rachis lombaire. Le banc d'essai consistait en un dispositif de fixation personnalisé imprimé 3D pour stabiliser rigidement le modèle synthétique. Le banc d'essai a été scanné en utilisant un CT-scan et un modèle virtuel 3D a été reconstruit permettant la planification sur ordinateur des insertions des vis pédiculaires. Un opérateur a réalisé manuellement l'insertion des vis pédiculaires. Des images fluoroscopiques du banc d'essai avec les vis insérées ont été acquises en utilisant le nouveau système robotisé d'imagerie fluoroscopique intraopératoire Siemens Artis Zeego II. Les erreurs d'insertion pédiculaire ont été calculées en termes des différences pour chaque vis entre les points d'entrée planifiés et réalisés, les axes d'orientation planifiés et réalisés ainsi que les points cibles planifiés et réalisés. Les erreurs d'insertion pédiculaire calculées numériquement avec les images fluoroscopiques intraopératoires ont été comparées avec les erreurs correspondantes calculées mécaniquement avec un bras de mesure Microscribe G2X.

**Résultats :** L'inspection visuelle du modèle synthétique osseux et des images fluoroscopiques intraopératoires n'a révélé aucune brèche pédiculaire. Les différences entre les erreurs d'insertion pédiculaire calculées numériquement avec les images fluoroscopiques intraopératoires et les erreurs calculées mécaniquement avec le bras de mesure, étaient en moyenne 0.8 mm pour les points d'entrée, 0.1° pour les axes d'orientation et 0.3 mm pour les points cibles. Les différences maximales ont été observées pour la vertèbre L5 et son pédicule droit (3.3 mm pour le point d'entrée, 1.8° pour l'axe d'orientation et 0.9 mm pour le point cible).

**Conclusion :** Cette étude a montré la faisabilité d'utiliser des images fluoroscopiques intraopératoires pour quantifier les erreurs géométriques entre des insertions pédiculaires planifiées et réalisées, ceci avec une très bonne précision en comparaison à des mesures mécaniques de référence. Les résultats observés dans cette étude font actuellement l'objet d'investigations complémentaires in-vivo.

**Pertinence :** La méthode de mesure développée dans cette étude à partir d'images fluoroscopiques intraopératoires contribuera à l'évaluation des performances des nouvelles technologies d'assistance à l'insertion de vis pédiculaires par navigation et par robot pour les chirurgies du rachis et notamment du rachis scoliotique.

#### VERSION ANGLAISE

**Title :** Intraoperative quantitative accuracy assessment of pedicle screw insertion in spine surgery using a new 3D fluoroscopic imaging robotic system

**Authors :** Olivier Cartiaux, Ali Boutchichi, Jean-Christophe Boulanger, Xavier Banse

**Aim :** To develop a new intraoperative quantitative measurement method of pedicle screw insertion accuracy using 3D fluoroscopic images.

**Materials and methods :** The study was conducted using a synthetic model of a lumbar spine. The testbed consisted of a clamping device with five template supports, produced by additive manufacturing, to rigidly fix the lumbar spine. The test bed was scanned using a CT-scanner and a virtual 3D CT model of the test bed was reconstructed for the planning of the pedicle screw insertion. One operator freehandly performed the insertion of the pedicle screws. Fluoroscopic images of the test bed with the inserted screws have been acquired using the new Siemens Artis Zeego II intraoperative imaging robotic system. The errors in the desired pedicle screw insertion computed numerically with the intraoperative fluoroscopic images were compared to reference mechanical measurements using a Microscribe coordinate measuring machine.

**Results :** Visual inspection of the synthetic lumbar spine and visual inspection of the intraoperative fluoroscopic images did not reveal any pedicle breach. The difference between the errors computed numerically with the intraoperative fluoroscopic images and mechanically with the coordinate measuring machine, averaged -0.8 mm for the entry points, -0.1° for the orientation axes and -0.3 mm for the target points of the inserted screws. The maximum differences were found in the right pedicle of L5 vertebra (-3.3 mm, 1.8° and 0.9 mm for entry point, orientation axis and target point respectively).

44<sup>e</sup> Réunion annuelle de la Société de la scoliose du Québec – Les 16, 17 et 18 octobre 2014  
Château Frontenac, Québec  
Sous la présidence de monsieur Martin Simoneau

**Conclusion :** This study showed the feasibility to compute the achieved errors on a predefined pedicle screw insertion planning using intraoperative fluoroscopic images with a very good accuracy when compared to reference mechanical measurements. The results observed here are currently undergoing complementary in vivo studies.

**Significance :** Once completed, the quantitative accuracy measurement methodology using intraoperative fluoroscopic images may be useful to investigate further pedicle screw insertion performed with the aid of several assistance technologies such as navigation and robotic systems.